

# 地震時における都市施設の破壊を考慮した道路網の信頼性評価とその強化・復旧戦略

著者	北浦 勝
雑誌名	平成2(1990)年度 科学研究費補助金 一般研究(C) 研究成果報告書
巻	1989-1990
ページ	7p.
発行年	1991-03-01
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/47132">http://hdl.handle.net/2297/47132</a>

# 地震時における都市施設の破壊を考慮した 道路網の信頼性評価とその強化・復旧戦略

(研究課題番号：01550364)

平成2年度科学研究費補助金（一般研究(C)）

研究成果報告書

平成3年3月

研究代表者 北 浦 勝

（金沢大学工学部教授）

地震時における都市施設の破壊を考慮した道路網の信頼性評価と  
その強化・復旧戦略

(研究課題番号：01550364)

平成2年度科学研究費補助金（一般研究（C））  
研究成果報告書

平成3年3月

研究代表者 北 浦 勝  
(金沢大学工学部教授)

## はしがき

地震時における道路網の破壊には，都市においては橋梁の破損や家屋の倒壊が，都市間においては人工盛土や自然斜面の崩壊が，深く関わり合っている。そこで，本研究ではまず，入力としての地震加速度と道路網の構成要素の破壊確率との関係をとらえた。つぎに網としての信頼性評価に当たって，比較的短時間で良い精度の得られる被災予測法を提示した。また道路網の構成要素ごとの感度分析を実行することにより，経済性，重要性を考慮した道路網の震後の復旧支援システムを開発した。これらの成果を通して，道路網の震災軽減を総合的に計れることを期待している。

## 目 次

	頁
課題番号 . . . . .	1
研究課題 . . . . .	1
研究代表者 . . . . .	1
研究分担者 . . . . .	1
研究経費 . . . . .	1
研究成果 . . . . .	2
研究の目的	
研究成果の要約	
研究発表 . . . . .	5
学会誌等	
口頭発表	
資料 . . . . .	8
学会誌等への発表論文別刷	

平成2年度科学研究費補助金（一般研究（C））

研究成果報告書

課題番号： 01550364

研究課題： 地震時における都市施設の破壊を考慮した道路網の信頼性評価  
とその強化・復旧戦略

研究組織：

研究代表者：北 浦 勝 （金沢大学工学部教授）  
研究分担者：木 俣 昇 （金沢大学工学部教授）  
研究分担者：宮 脇 幸次郎（大阪府立工業高等専門学校助教授）  
研究分担者：高 山 純 一（金沢大学工学部助教授）  
研究分担者：宮 島 昌 克（金沢大学工学部助手）  
研究協力者：池 本 敏 和（金沢大学工学部技官）

研究経費：

平成元年度	1, 7 0 0	千円
平成2年度	4 0 0	千円
計	2, 1 0 0	千円

研究成果：

研究の目的：

地震時における道路網の破壊には，都市においては橋梁の破損や家屋の倒壊が，都市間においては人工盛土や自然斜面の崩壊が，深く関わり合っている。本研究ではまず，入力としての地震加速度と道路網の構成要素の破壊確率との関係をとらえる。つぎに網としての信頼性評価に当たって，比較的短時間で良い精度の得られる被災予測法を提示する。また道路網の構成要素ごとの感度分析を実行することにより，経済性，重要性を考慮した道路網の震後の復旧支援システムの開発を行うことが本研究の目的である。

研究成果の要約：

本年度得られた研究成果を要約すると以下のようなものである。

1. 地震入力や道路網を構成する要素の抵抗強度の評価には、データ数が僅少であるための不確定性が伴う。このような不確定性を考慮した道路網の被災予測法を開発することができた。一方、地盤係数を確率変数として扱い、モンテカルロ法を用い地震外力の不確定の程度を明らかにした。また、モンテカルロ法では、地震時地盤応答解析に要する計算時間や計算容量が膨大になることから、新しい方法として点推定法による効果的地盤応答解析法を提案した。
2. 1989年ロムプリエタ地震の調査から道路網の被災事例について検討した。その結果、地盤液状化による側方流動や沈下が道路網を構成する盛土や橋梁に大きく影響を及ぼしていることがわかった。そこで、地震時地盤液状化による側方流動や沈下に関する実験を実施するとともに、実地盤におけるそれらの予測法を提案した。これらの結果を実際の被害と比較し、本予測法の精

度を照査することができた。

3. 近年、道路網が被災した場合の応急対策や被災後の復旧を速やかに行うことが重要な課題となってきた。そのためには、地震後の道路網全体の被災状況をいち早く把握することが必要である。これと同時に、経済性、社会性を考慮した復旧の優先順位を定めることも重要であると考えられる。本研究では、意思決定のプロセスを支援する一つの方法であるVISMS による震災道路の復旧順位システムを1978年の伊豆大島近海地震における伊豆半島の道路網に適用した。このとき、震災後の復旧段階において重要であると考えられる応急復旧について検討するとともに、土木構造物の震災復旧技術マニュアルに沿った道路の復旧順位に注目して復旧順位を決定した。その結果、地震後の道路復旧計画策定時において本システムが有益な情報を与えてくれることを明らかにした。
4. 地震時の緊急車両の整備は、人命の損傷に直接関連する重要な課題である。地震時における緊急車両路網の状況は、単なる物理的な被害だけではなく、路上放置者や群衆などの社会科学的な要因にも支配されている。また、その事態そのものが稀な事象であり、過去のデータを利用した方法によるアプローチには制約があると考えられる。そこで、地震時の緊急車両網の通行可能性をVISMS と判別関数により構成されたシステムによる支援の下で、専門家の主観的判断によって評価する方法を提案した。評価値を付与された緊急車両網のシステム信頼性は、全点信頼性を指標として分割法によって算定出来る。そこで、この指標値を手掛かりに、どの道路の通行可能性をどの程度改良することが最も効果的な整備計画に繋がるかを判定することができた。このとき、改良案は、本支援システムを構成する判別関数の係数を用いて、複数個作成できる。AHP法によって算定された重みを用いて、最適な改良案を選択することができた。
5. 道路網の2点間信頼度の評価方法として、トポロジー変換法を導入した新しい近似計算法を開発し、具体的に石川県奥能登地域の道路網を対象にケーススタディを行った。特に、道路の2点間信頼度を用いた道路網の整備水準評価を実施した。また、全点間の信頼性解析に対しては部分グラフ集約化法を用いる手法を提案し、モデル道路網への適用性をシミュレーションにより



検討することができた。

6. 地震後にどの道路から復旧を行なうかを判断するには、まず道路網における各道路がどれくらいの重要度をもっているのかを知るための指標を明らかにし、その指標から各道路の重要度の評価を行なわなければならない。この点に注目し、交通容量や人口分布が各道路の重要度に与える影響をモデル道路網を対象に検討した結果、道路網の交通容量が重要な指標であることがわかり、またその重要度を評価することができた。
7. 地震時における消防アクセス可能道路の通行信頼性の問題へ本評価モデルを適用し、消防力低下地域の予測を試みた。ここでは、個別道路の走行信頼度評価に、人間の直観を活用するソフト・システムズ・アプローチによる評価システムを導入したところに特徴があり、また走行時間信頼性を考慮したアクセス可能道路を選択しているところにも特徴がある。さらに、地震後の復旧戦略を検討するための計画代替案の評価システムは道路網の機能性能からみたシステムといえる。ここでは、トリップ時間に対する満足度から道路網容量を評価し、災害復旧過程に応じて変化するODパターンについて道路網容量の評価を試みたものである。
8. 震後の橋梁災害は道路網の復旧時間に大きな影響を及ぼしている。そこで、土木技術者の立場から人工知能と知識工学に基づいたエキスパートシステムソフト「大創玄」を用い、橋梁被害の復旧支援システムを構築した。本システムは、「土木構造物の震災復旧マニュアル（案）」に掲示された道路橋梁部、道路盛土部について比較的経験の乏しい技術者へもわかりやすく解説している復旧工法支援システムである。

研究発表：

学会誌等：

- 1) 木俣 昇：地震時緊急路網の整備計画に関する基礎的研究，土木計画学研究・論文集，第12巻，pp. 75-82, 1989.
- 2) 高山純一：異常気象時における道路網の連結性能評価法，土木計画学研究・論文集，第12巻，pp. 559-565, 1989.
- 3) 北浦 勝・池本敏和・鶴来雅人：地盤係数の不確定性を考慮した地盤の地震応答に関する研究，構造工学論文集，Vol. 36A II，pp. 771-778, 1990. 3.
- 4) 木俣 昇・竹村 哲：代替案評価のための階層構造図作成支援システムに関する基礎的研究，土木情報システム・シンポジウム論文集，第15巻，pp. 143-150, 1990.
- 5) 北浦 勝・鈴木 有・宮島昌克・吉田尚文：都市における地域別の地震危険度評価に関する基礎的研究，第8回日本地震工学シンポジウム（国際防災10年記念）論文集，pp. 2235-2240, 1990.
- 6) 吉田雅穂・宮島昌克・北浦 勝・大石 博：碎石ドレーン工法施工地盤の地震時沈下特性に関する研究，第8回日本地震工学シンポジウム（国際防災10年記念）論文集，pp. 879-884, 1990.
- 7) AMANTE Carlos・KITAURA Masaru・MIYAJIMA Masakatsu：Simplified Method for Estimating Ground Settlements Induced by Soil Liquefaction，第8回日本地震工学シンポジウム（国際防災10年記念）論文集，pp. 921-926, 1990.
- 8) KITAURA Masaru・AMANTE Carlos・MIYAJIMA Masakatsu：Evaluation of Liquefaction Potential of Sand Deposits Based on Critical SPT N-Values，第8回日本地震工学シンポジウム（国際防災10年記念）論文集，pp. 927-932, 1991.
- 9) 宮島昌克・北浦 勝・安藤康二：液状化地盤の永久変位に関する実験的研究，第8回日本地震工学シンポジウム（国際防災10年記念）論文集，pp. 939-

944, 1990.

- 10) 吉田雅穂・宮島昌克：碎石ドレーン工法施工地盤の沈下特性に関する模型実験，地盤の液状化対策に関するシンポジウム発表論文集, pp. 233-236, 1991.
- 11) 北浦 勝・宮島昌克・池本敏和・吉田雅穂：1989年伊豆半島東方沖地震による震害に関する調査的研究，自然災害科学, 1991(印刷中).
- 12) MIYAJIMA Masakatsu・KITAURA Masaru: Experiments on Liquefaction-Induced Ground Deformation, Proc. of the 3rd Japan-U.S. Workshop on Earthquake Resistant Design of Lifeline Facilities and Countermeasure for Soil Liquefaction, 1991 (in Press).
- 13) MIYAJIMA Masakatsu・KITAURA Masaru・ANDO Kohji: Experiments on Liquefaction-Induced Large Ground Deformation, 自然災害科学, (投稿中).

#### 口頭発表：

- 1) 北浦 勝・鈴木 有・宮島昌克・山本晃市：都市における地域別の地震危険度評価法の開発，第20回地震工学研究発表会講演概要集, 1989. 7.
- 2) 池本敏和・北浦 勝・鶴来雅人：地盤係数のばらつきを考慮した地盤の地震応答とその効果的解析法，第20回地震工学研究発表会講演概要集, 1989. 7.
- 3) 北浦 勝・鈴木 有・宮島昌克・山本晃市：都市における地域別の地震危険度評価，土木学会第44回年次学術講演会概要集，1989. 10.
- 4) 北浦 勝・池本敏和・木藤孝之：震後における道路復旧の順位決定システムに関する研究，土木学会第44回年次学術講演会概要集，1989. 10.
- 5) 高山純一・木口屋昌蔵：異常気象時における連結性能からみた道路網の連結性能評価，土木学会第44回年次学術講演会概要集，1989. 10.
- 6) 北浦 勝・宮島昌克・池本敏和・吉田雅穂：1989年伊豆半島東方沖群発地震による震害について，平成元年度自然災害中部地区シンポジウム講演要旨集, 1989. 12.
- 7) 宮島昌克・北浦 勝・池本敏和・吉田雅穂：1989年伊豆半島東方沖群発地震による震害のアンケート調査，平成元年度土木学会中部支部発表会講演概

要集, 1990. 3.

- 8) 北浦 勝・池本敏和：1989年10月17日サンフランシスコ近郊の地震による、震害調査, 平成元年度土木学会中部支部発表会講演概要集, 1990. 3.
- 9) 池本敏和・北浦 勝：震災道路への復旧順位支援システムの適用に関する研究, 平成元年度土木学会中部支部発表会講演概要集, 1990. 3.
- 10) 高山純一・今田啓介：部分グラフの集約化による全点間信頼度計算法の改良について, 平成元年度土木学会中部支部発表会講演概要集, 1990. 3.
- 11) 宮島昌克・北浦 勝・安藤康二：液状化による地盤の永久変位に関する実験的考察, 第25回土質工学研究発表会講演概要集, 1990. 6.
- 12) 池本敏和・北浦 勝・宮島昌克・吉田雅穂：1989年伊豆半島東方沖群発地震による被害, 家具類の挙動および住民の対応に関するアンケート調査, 平成2年度日本建築学会北陸支部大会論文報告集, 1990. 7.
- 13) 安藤康二・北浦 勝・宮島昌克：液状化による地盤の永久変位及び噴砂に関する実験的考察, 土木学会第45回年次学術講演会概要集, 1990. 10.
- 14) 高山純一・木俣 昇・二神 透：消防アクセス道路の通行信頼性からみた消防力低下地域の予測システム, 平成2年度自然災害中部地区シンポジウム講演要旨集, 1990. 11.
- 15) 高山純一・木俣 昇・野村吉範：大震後の道路機能損失に伴う生活レベル低下の定量的評価法, 平成2年度土木学会中部支部発表会講演概要集, 1990. 3.
- 16) 池本敏和・北浦 勝・田内孝明：震後における道路網の復旧順位決定のための支援システムに関する研究, 平成2年度土木学会中部支部発表会講演概要集, 1990. 3.